

Pemodelan Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* dan *Flexibly Shaped*

Fitria Nur Maghfiroh, I Nyoman Latra, dan Purhadi
Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail : purhadi@statistika.its.ac.id

Abstrak - Salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita adalah pneumonia. Pneumonia adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Penyakit ini menjadi momok dan penyebab kematian kedua pada balita setelah diare. Salah satu kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan jumlah kasus pneumonia balita dengan metode *Geographically Weighted Poisson Regressions* (GWPR) dan mendeteksi kantong-kantong kasus pneumonia balita dengan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda. Berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokan sebanyak 11 kelompok. Untuk Hasil deteksi *hotspot* atau kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* didapatkan empat kantong yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita daripada di luar kantong, yaitu kantong 1 terdiri atas Kecamatan Benowo yang memiliki nilai resiko sebesar 2,32. Kantong 2 terdiri atas Kecamatan Tenggilis Mejoyo yang memiliki nilai resiko sebesar 1,80. Sedangkan kantong 3 terdiri atas Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan yang memiliki nilai resiko sebesar 1,74 dan kantong 4 terdiri atas Kecamatan Gayungan yang memiliki resiko relatif sebesar 1,73.

Kata Kunci -*Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*; GWPR; Pneumonia Balita

I. PENDAHULUAN

PNEUMONIA adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Penyakit ini menjadi salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita. Pneumonia ini menjadi momok dan penyebab kematian kedua pada balita setelah diare. Salah satu kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Kota Surabaya menduduki urutan lima tertinggi wilayah yang memiliki kasus pneumonia balita sebesar 4.655 kasus [1].

Terkait dengan tujuan keempat MDGs yaitu menurunkan angka kematian balita hingga dua per tiga dalam kurun waktu 1990 – 2015, maka diperlukan upaya-upaya yang fokus pada penyebab kejadian dan kematian pada balita khususnya dikarenakan penyakit pneumonia. Beberapa penelitian sebelumnya mengenai pneumonia antara lain Rudan, et al^[2] bahwa faktor risiko terjadinya pneumonia yang selalu ada (*definite*) meliputi gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang,

dan pemukiman padat. Menurut Departemen Kesehatan RI^[3] bahwa salah satu sumber media penularan penyakit pneumonia adalah kondisi fisik rumah serta lingkungan yang merupakan tempat hunian dan langsung berinteraksi dengan penghuninya. Menurut penelitian Santoso^[4] dengan pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR) diperoleh hasil bahwa faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pneumonia balita di Jawa Timur adalah pemberian vitamin A dan balita mendapat imunisasi.

Jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* yang mengikuti distribusi poisson, sehingga analisis yang dapat digunakan adalah regresi poisson, namun dalam regresi poisson terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu rata-rata dan varians harus sama (*equidispersion*). Kondisi *equidispersion* sulit terpenuhi, pada umumnya sering terjadi kasus *overdispersion*. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah *overdispersion* adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR).

Perbedaan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kasus pneumonia balita per wilayah berbeda-beda, hal ini dikarenakan kondisi setiap wilayah mempunyai perbedaan karakteristik satu sama lain. Kondisi lingkungan yang buruk dan tidak dilaksanakannya perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) menyebabkan berkembangnya vektor penyakit karena tersedianya media penyebab penularan berbagai penyakit. Oleh karena itu, faktor PHBS perlu diperhatikan karena dapat mencegah terjadinya penyakit. Sehingga dalam penelitian ini akan memperhatikan faktor spasial, dengan metode yang digunakan adalah *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), dimana setiap wilayah akan menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik pengamatan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini dilakukan pemodelan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan metode GPR dan GWPR. Selain itu, perlu untuk mengetahui *hotspot* atau kantong kasus pneumonia balita dikarenakan dengan adanya informasi tersebut dapat diketahui wilayah mana saja yang memerlukan perhatian khusus dan prioritas utama dalam upaya menangani masalah kasus pneumonia balita, dimana metode yang digunakan adalah *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Pneumonia Balita dan Faktor yang Mempengaruhi*

Balita adalah anak umur 1 tahun tepat sampai umur 5 tahun kurang 1 hari. Anak umur 5 tahun tepat, tidak termasuk kelompok anak 1-5 tahun [5]. Pneumonia adalah penyakit yang disebabkan kuman *pneumococcus*, *staphylococcus*, *streptococcus*, dan virus. Gejala penyakit pneumonia yaitu menggigil, demam, sakit kepala, batuk, mengeluarkan dahak, dan sesak napas [6].

Terjadinya pneumonia pada anak seringkali bersamaan dengan terjadinya proses infeksi akut pada bronkus yang disebut *bronchopneumonia*. Gejala penyakit pneumonia ini berupa napas cepat dan napas sesak, karena paru meradang secara mendadak. Batas napas cepat adalah frekuensi pernafasan sebanyak 50 kali per menit atau lebih pada anak usia 2 bulan – 1 tahun dan 40 kali per menit atau lebih pada anak usia 1 tahun – 5 tahun [4].

B. *Regresi Poisson*

Regresi poisson merupakan model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk data *count*, dimana variabel respon mengikuti distribusi poisson [7]. Probabilitas distribusi poisson adalah sebagai berikut [8].

$$P(Y=y) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

dengan μ adalah rata-rata variabel random Y yang berdistribusi poisson dimana nilai rata-rata dan varians dari variabel random Y mempunyai nilai lebih dari nol. Model regresi poisson ditulis dengan persamaan berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2)$$

dimana :

$$\mathbf{x}_i = [1 \ x_{1i} \ x_{2i} \ \dots \ x_{ki}]^T; \boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \ \beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_k]^T$$

Penaksiran parameter regresi poisson dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan iterasi *Newton-Raphson*. Fungsi *likelihood* regresi poisson sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})\right) \left(\prod_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})^{y_i}\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \quad (3)$$

Pengujian signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan parsial yaitu menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).

C. *Generalized Poisson Regression (GPR)*

Model regresi *Generalized Poisson* (GPR) merupakan salah satu alternatif model untuk data yang berupa data *count* dimana terjadi pelanggaran asumsi pada distribusi poisson yaitu rata-rata dan varians mempunyai nilai yang sama. Selain parameter μ dalam model GPR juga terdapat θ sebagai parameter dispersi. Misalkan $y_i = 0, 1, 2, \dots$ merupakan variabel respon maka distribusi respon maka distribusi *Generalized Poisson* adalah sebagai berikut [9].

$$f(y_i; \mu_i; \theta) = \left(\frac{\mu}{1+\theta\mu}\right)^{y_i} \frac{(1+\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left(\frac{-\mu(1+\theta y_i)}{1+\theta\mu}\right), y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Dengan *mean* dan *variance* adalah sebagai berikut.

$$E(Y) = \mu \text{ dan } \text{Var}(Y) = \mu(1+\theta\mu)^2$$

Penaksiran parameter menggunakan metode MLE, dengan fungsi *likelihood* model GPR sebagai berikut.

$$L(\mu_i, \theta) = \left(\prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right)^{y_i}\right) \left(\prod_{i=1}^n \frac{(1+\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!}\right) \left(\exp\left(\frac{-\mu_i(1+\theta y_i)}{1+\theta\mu_i}\right)\right) \quad (5)$$

Pengujian signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan parsial yaitu menggunakan MLRT.

D. *Pengujian Aspek Data Spasial*

Uji efek spasial dilakukan untuk mengetahui adanya efek spasial [10]. Pengujian dependensi spasial dilakukan menggunakan statistik uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$ (Tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (Terdapat dependensi spasial)

Statistik Uji Moran's I sebagai berikut.

$$Z_{hit} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (6)$$

Tolak H_0 apabila nilai $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ yang berarti terdapat dependensi spasial dalam model.

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$

Statistik uji :

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (7)$$

Tolak H_0 jika nilai $BP > \chi^2_{(\alpha, k)}$ yang berarti varians antar lokasi berbeda.

E. *Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*

Model GWPR adalah salah satu metode statistika yang merupakan pengembangan dari regresi poisson dengan penaksir parameter model bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi, dimana data memenuhi asumsi data berdistribusi poisson [11]. Model GWPR adalah sebagai berikut.

$$y_i \sim \text{poisson}(\mu_i) \text{ dimana : } \mu_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji}\right)$$

$$\text{maka } y_i \sim \text{poisson}\left(\exp\left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji}\right)\right) \quad (8)$$

Dalam proses penaksiran parameter model GWPR di suatu titik (u_i, v_i) dibutuhkan pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel *adaptive bisquare*.

Pengujian signifikansi parameter model GWPR terdiri dari uji kesamaan model, uji serentak dan uji parsial. Uji kesamaan model GWPR dengan poisson dilakukan dengan hipotesis berikut.

$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$

$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$

Statistik uji : $F_{hit} = \frac{\text{DeviansModelA/df}_A}{\text{DeviansModelB/df}_B} \quad (9)$

Model A adalah model regresi poisson dan model B adalah model GWPR. Tolak H_0 jika nilai $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi Poisson dan model GWPR.

Penaksiran parameter menggunakan metode MLE, dengan fungsi *likelihood* model GWPR sebagai berikut.

$$L(\beta(u, v)) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (10)$$

Sedangkan pengujian signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan parsial dengan menggunakan MLRT.

F. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*).

$$AIC = -2 \ln L(\beta) + 2K \quad (11)$$

D merupakan nilai devians model) dan K merupakan jumlah parameter dalam model. Model terbaik yang dipilih adalah model dengan nilai AIC paling kecil.

G. Multikolinearitas

Pendeteksian kasus multikolinieritas dilakukan menggunakan kriteria nilai *Variance Inflation Factor* [12]. Jika nilai VIF lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas antar variabel prediktor.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (12)$$

dengan R_j^2 adalah koefisien determinasi antara X_j dengan variabel prediktor lainnya.

H. Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic

Metode *Flexibly Spatial Scan Statistic* mempunyai *power* lebih tinggi daripada metode *Circular Spatial Scan Statistic* saat *cluster* yang dideteksi adalah *non-circular* dan fleksibel terhadap bentuk kantong yang dihasilkan sehingga tidak terbatas pada bentuk lingkaran saja. Algoritma yang digunakan untuk mendapatkan Z dengan *pre-specified maximum length* L adalah sebagai berikut [13].

1. Membuat sebuah matriks $A = (a_{ih})$ berukuran $n \times n$ sedemikian hingga

$$a_{ih} = \begin{cases} 1 & \text{, jika wilayah } i \text{ dan } h \text{ bersebelahan atau contiguity} \\ 0 & \text{, untuk lainnya} \end{cases}$$
 dan set $Z_2 = \emptyset$ dan $i_0 = 0$
2. Misalkan $i_0 \leftarrow i_0 + 1$ dan $i_0 (=1, 2, \dots, m)$ menjadi wilayah awal. Kemudian dibentuk W_{i_0} yang terdiri dari $(L-1)$ *nearest neighbours* ke wilayah awal i_0 dan i_0 sendiri, sebagai contoh $W_{i_0} = (i_0, i_1, \dots, i_{L-1})$ dimana i_l adalah l wilayah ke- l terdekat terhadap i_0 .
3. Pertimbangkan semua himpunan $Z \subset W_{i_0}$, dimana termasuk wilayah awal i_0 . Untuk himpunan Z lainnya, ulangi langkah 4-7.
4. Bagi himpunan Z menjadi dua disjoint : $Z_0 = \{i_0\}$ dan Z_1 dimana berisi wilayah lain yang terdapat dalam Z .
5. Buat dua himpunan baru Z'_0 dan Z'_1 . Z'_0 terdiri dari wilayah Z_1 yang berbatasan dengan wilayah Z_0 . Di sisi lain, Z'_1 terdiri dari wilayah Z_1 yang tidak berbatasan dengan wilayah Z_0 . Kemudian, ganti Z_0 dan Z_1 dengan Z'_0 dan Z'_1 .
6. Ulangi langkah 5 secara rekursif sampai Z_0 dan Z_1 menjadi himpunan kosong.
7. Buat kesimpulan sebagai berikut.

Z dikatakan berhubungan (*connected*) ketika Z_1 menjadi himpunan kosong terlebih dahulu dan tidak berhubungan ketika Z_0 menjadi himpunan kosong terlebih dahulu, maka Z dimasukkan dalam set Z . Jika Z tidak berhubungan maka Z dibuang.

8. Ulangi langkah 2-7 sampai pada akhirnya diperoleh himpunan Z yang terdiri dari Z berbentuk tertentu dengan *maximum length* adalah L .

Uji statistik menggunakan pengujian hipotesis Monte Carlo.

I. Hotspot atau Kantong-Kantong

Hotspot didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah terjadinya suatu kejadian yang tidak biasa atau kejadian luar biasa atau disebut juga wilayah kritis [14]. Sedangkan menurut Haran^[15] didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah yang konsisten memiliki karakteristik berbeda dengan daerah sekelilingnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Laporan Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Kota Surabaya dan Laporan Surabaya Dalam Angka Badan Pusat Statistika Kota Surabaya Tahun 2014. Unit analisis dalam penelitian adalah 31 kecamatan di Kota Surabaya.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Jumlah kasus Pneumonia Balita di tiap kecamatan (Y)
2. Persentase balita gizi buruk (X_1)
3. Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2)
4. Persentase cakupan pelayanan anak balita (X_3)
5. Kepadatan penduduk (X_4)
6. Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) (X_5)
7. Persentase rumah sehat (X_6)
8. Persentase rumah tangga miskin (X_7)

C. Langkah Analisis

Langkah analisis untuk menyelesaikan permasalahan adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik jumlah kasus pneumonia balita beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Pemeriksaan multikolinearitas.
3. Menganalisis model regresi poisson.
4. Menganalisis model GPR.
5. Menguji aspek data spasial.
6. Memodelkan GWPR untuk kasus pneumonia balita di Kota Surabaya Tahun 2013 dan memetakan kecamatan berdasarkan kesamaan variabel yang signifikan.
7. Membandingkan nilai AIC antara regresi poisson, GPR dan GWPR.
8. Mendeteksi kantong-kantong pneumonia balita di Kota Surabaya dengan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Jumlah Kasus Pneumonia Balita Tahun dan Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya

Pada Tahun 2013 jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya mencapai 4.655 kasus, dengan rata-rata sebesar 129 kasus. Kecamatan Tambaksari memiliki jumlah kasus tertinggi yaitu 684 kasus dan Kecamatan Pakal dan Gunung Anyar memiliki jumlah kasus terendah yaitu 7 kasus.

Untuk persentase balita gizi buruk (X_1) menunjukkan bahwa rata-rata sebesar 1,0629 dengan keragaman data sebesar 0,2342. Capaian untuk persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2), persentase pelayanan balita gizi buruk (X_3) dan persentase rumah sehat (X_6) mencapai batas maksimum yaitu sebesar 100 persen, hal ini menunjukkan bahwa program upaya pembangunan kesehatan Kota Surabaya semakin baik.

Kota Surabaya memiliki jumlah penduduk yang besar dengan kepadatan penduduk (X_4) tertinggi di Kecamatan Simokerto sebesar 31193,82 jiwa/km² dan terendah di Kecamatan Pakal sebesar 2189,6 jiwa/km². Dengan semakin baiknya pembangunan kesehatan Kota Surabaya namun masih terdapat rumah tangga miskin (X_7) dengan persentase tertinggi adalah Kecamatan Semampir sebesar 28 persen dan terendah yaitu Kecamatan Tenggilis sebesar 4,87 persen.

Tabel 1.
Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
Y	128,7	27362	7	684
X_1	1,0629	0,2342	0,36	2,17
X_2	87,90	118,59	45,64	100
X_3	77,20	223,81	35,59	100
X_4	11344	51377464	2189,6	31193,82
X_5	69,81	220,33	34,26	91,61
X_6	80,93	90,74	55,43	100
X_7	10,644	30,033	4,870	28,00

B. Pemeriksaan Multikolinieritas

Berikut merupakan hasil nilai VIF antara satu variabel prediktor dengan beberapa variabel prediktor lainnya.

Tabel 2.
Nilai VIF dari Variabel Prediktor

Variabel	VIF	Variabel	VIF
X_1	1,059	X_5	1,211
X_2	1,755	X_6	1,837
X_3	1,125	X_7	1,565
X_4	1,402		

Tabel 2 menunjukkan nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor memiliki nilai kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor.

C. Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan Regresi Poisson

Berikut adalah hasil estimasi parameter model regresi poisson.

Tabel 3.
Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z _{hitung}	P-value
β_0	8,137	0,2112	38,527	<2x10 ¹⁶ *
β_1	0,4003	0,03177	12,6	<2x10 ¹⁶ *
β_2	-0,06456	0,002076	-31,099	<2x10 ¹⁶ *

β_3	0,0117	0,001249	9,367	<2x10 ¹⁶ *
β_4	0,0001183	0,000000274	43,117	<2x10 ¹⁶ *
β_5	-0,03493	0,001472	-23,727	<2x10 ¹⁶ *
β_6	0,02646	0,002619	10,103	<2x10 ¹⁶ *
β_7	-0,03883	0,003314	-11,717	<2x10 ¹⁶ *
Devians	: 1711,4	DF : 23	AIC : 1913,2	

*) signifikan pada $\alpha=0,1$

Hasil dari pengujian secara serentak model regresi poisson diperoleh nilai devians sebesar 1714,4, hal ini berarti nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;7)} = 12,017$. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

Selanjutnya dilakukan pengujian secara parsial, variabel dikatakan berpengaruh terhadap model jika nilai $|Z_{hitung}| > Z_{(0,10/2)}$ dimana $Z_{(0,05)} = 1,64$. Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita.

D. Pemodelan GPR

Hasil pemodelan regresi poisson diperoleh hasil bahwa nilai devians dibagi dengan derajat bebasnya lebih besar dari 1, artinya data jumlah kasus pneumonia balita terjadi *overdispersion*, sehingga dilakukan analisis menggunakan metode GPR.

Pengujian serentak model GPR menghasilkan keputusan tolak H_0 karena nilai devians sebesar 344,1 lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;7)} = 12,017$, sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model. Pengujian parameter secara parsial GPR dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.
Estimasi Parameter Model GPR

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z _{hitung}	P-value
β_0	3,8014	6,6045	0,58	0,5691
β_1	0,7159	1,2444	0,58	0,5692
β_2	-0,06852	0,03479	-1,97	0,0579*
β_3	0,01776	0,01676	1,06	0,2975
β_4	0,000074	0,000041	1,82	0,0780*
β_5	-0,01919	0,01413	-1,36	0,1844
β_6	0,05658	0,06699	0,84	0,4048
β_7	0,05648	0,1094	0,52	0,6092
θ	0,09421	0,01533	6,15	<0,0001
Devians	: 344,1	AIC	: 362,1	

*) signifikan pada $\alpha=0,1$

Tabel 4 menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah X_2 dan X_4 , sehingga model GPR yang terbentuk sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(3,8014 + 0,7159X_1 - 0,06852X_2 + 0,01776X_3 + 0,000074X_4 - 0,01919X_5 + 0,0558X_6 + 0,05648X_7)$$

E. Pengujian Aspek Data Spasial

Hasil pengujian heterogenitas diperoleh nilai statistik uji *Breusch-Pagan* sebesar 15,191 dan p-value sebesar 0,0336. Hal ini berarti nilai *Breusch-Pagan* lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;7)} = 12,017$ dan p-value kurang dari α sebesar 0,10. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian dependensi spasial diperoleh p-value sebesar 0,000 yang berarti bahwa p-value kurang dari

0,1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat depensi spasial antar wilayah.

F. Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GWPR

Uji kesamaan model dilakukan sebelum dilakukan uji parameter secara serentak maupun parsial. Uji kesamaan model dilakukan dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

Berikut adalah hasil uji kesamaan antara model regresi poisson dengan GWPR.

Tabel 5.
Uji Kesamaan Model

Model	Devians	DF	Devians/df	F _{hitung}
Global	1711,4	23	74,409	1,52
GWPR	248,576	5,086	48,878	

Tabel 5 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{(0,1;23;5,086)}$ yaitu $1,52 < 3,15$ maka berarti bahwa tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dengan model GWPR.

Hasil dari pengujian secara serentak didapatkan nilai devians model GWPR sebesar 248,576 maka hal ini berarti nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;7)}$. Hal ini menunjukkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita.

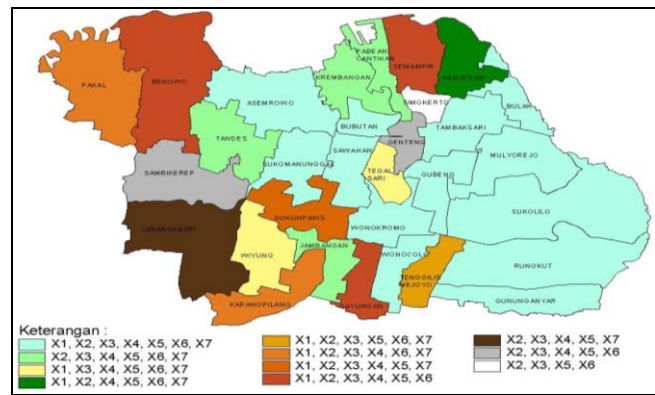
Dari pemodelan GWPR didapatkan bahwa variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan berbeda-beda. Berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh didapatkan pengelompokkan sebanyak 11 kelompok.

Tabel 6.

Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan

Kel.	Kecamatan	Variabel yang Signifikan
1	Wonocolo, Gunung Anyar, Rungkut, Sukolilo, Mulyorejo, Gubeng, Wonokromo, Sukomanunggal, Sawahan, Tambaksari, Bulak, Bubutan dan Asemrowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
2	Jambangan, Tandes, Pabean Cantikan, Krembangan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
3	Wiyung, Tegalsari	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
4	Kenjeran	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7$
5	Tenggiling Mejoyo	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7$
6	Karangpilang, Pakal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$
7	Dukuh Pakis	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$
8	Gayungan, Semampir, Benowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
9	Lakarsantri	X_2, X_3, X_4, X_5, X_7
10	Sambikerep, Genteng	X_2, X_3, X_4, X_5, X_6
11	Simokerto	X_2, X_3, X_5, X_6

Berikut merupakan peta yang menggambarkan pengelompokkan wilayah berdasarkan kesamaan variabel yang signifikan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengelompokkan Kecamatan berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan

Sebagai contoh akan ditampilkan pengujian parameter pada wilayah ke – 24 (u_{24}, v_{24}) yaitu Kecamatan Simokerto.

Tabel 7.
Estimasi Parameter Model GWPR Kecamatan Simokerto

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z _{hitung}
β_0	7,610959	0,776669	9,799491 ^{a)}
β_1	0,044173	0,036152	1,221897
β_2	- 0,09188	0,004905	- 18,733100 ^{a)}
β_3	- 0,04432	0,005078	- 8,727860 ^{a)}
β_4	0,000011	0,000009	1,345243
β_5	- 0,02503	0,003885	- 6,442390 ^{a)}
β_6	0,129105	0,010271	12,569930 ^{a)}
β_7	0,0032	0,004416	0,724609

^{a)} signifikan pada $\alpha=0,1$

Dapat diketahui variabel yang signifikan di Simokerto adalah X_2, X_3, X_5, X_6 sehingga model yang terbentuk sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(7,61059 + 0,44173X_1 - 0,09188X_2 - 0,04432X_3 + 0,00001X_4 - 0,02503X_5 + 0,129105X_6 + 0,032X_7)$$

Dari model dapat diketahui bahwa jika persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2) meningkat satu persen, maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar $\exp(0,09188) = 1,09 \approx 1$ kasus dengan syarat semua variabel konstan. Hal ini sesuai dikarenakan apabila balita mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali membuat kekebalan tubuh balita tidak mudah terserang penyakit khususnya pneumonia. Interpretasi juga berlaku untuk variabel yang lain, dimana besarnya kenaikan atau penurunan bergantung pada nilai masing-masing parameter.

Untuk mengetahui model mana yang lebih sesuai maka dilakukan perbandingan antar model dengan Kriteria nilai AIC. Model yang terbaik adalah menghasilkan nilai AIC terkecil..

Tabel 8.
Perbandingan Nilai AIC

Model	AIC
Regresi Poisson	1727,4
Generalized Poisson Regression	362,1
GWPR	297,23

Dari Tabel 8 diperoleh model yang terbaik adalah GWPR. maka untuk analisis *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* maka menggunakan hasil dari pemodelan GWPR.

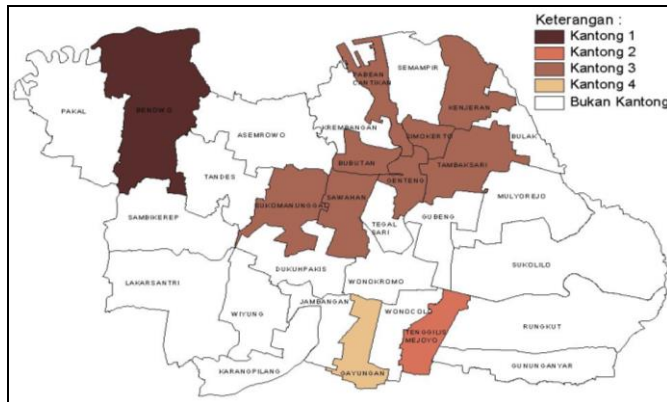
G. Pendeteksian Kantong Pneumonia Balita Menggunakan Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

Pengujian tingkat signifikansi dilakukan dengan teknik simulasi monte carlo, dimana pengulangan dilakukan sebanyak 99, 999 dan 9999 menghasilkan kesimpulan yang sama baik dari sisi jumlah kantong pneumonia balita yang dideteksi maupun resiko relatifnya. Perbedaan hasil hanya pada keakuratan *p-value*.

Tabel 8.
Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita di Kota Surabaya

Kantong Pneumonia Balita	Jumlah Kec.	Jumlah Kasus	Harapan	Resiko Relatif	P-value
1	1	210	90,33	2,32	0,0001
2	1	188	104,41	1,80	0,0001
3	8	2318	1334,68	1,74	0,0001
4	1	93	53,6546	1,73	0,0019

Deteksi kasus pneumonia balita di Kota Surabaya menghasilkan empat kantong yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Peta Pendeteksian Kasus Pneumonia Balita

Berdasarkan Tabel 8 dan Gambar 2 diperoleh informasi untuk setiap kantong sebagai berikut :

1. Kantong pneumonia balita 1 terdiri dari Kecamatan Benowo, dimana kecamatan yang berada dalam kantong 1 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 2,32 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 1.
2. Kantong pneumonia balita 2 terdiri dari Kecamatan Tenggiling Mejoyo, dimana kecamatan yang berada dalam kantong 2 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 1,80 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 2.
3. Kantong pneumonia balita 3 terdiri dari Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan. Dimana kecamatan yang berada dalam kantong 3 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 1,74 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 3.
4. Kantong pneumonia balita 4 terdiri dari Kecamatan Gayungan, dimana kecamatan yang berada dalam kantong 4 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 1,73 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 4.
5. Kecamatan yang berwarna putih merupakan wilayah yang tidak termasuk dalam kantong kasus pneumonia balita,

artinya 20 kecamatan memiliki resiko yang kecil ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokkan sebanyak 11 kelompok. Untuk Hasil deteksi *hotspot* atau kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* didapatkan bahwa terdapat empat kantong yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

Dari hasil analisis terdapat beberapa hal yang disarankan, untuk penelitian selanjutnya bisa dilanjutkan dengan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) dikarenakan terjadi kasus *overdispersion*. Bagi Dinas Kesehatan Kota Surabaya sebaiknya memberikan arahan kepada masyarakat mengenai variabel yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita di tiap kecamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2014). *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- [2] Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. (2008). *Epidemiology and etiology of childhood pneumonia*. *Bull World Health Organ* 2008, 86 (5): 408-416.
- [3] Departemen Kesehatan RI. (2002). Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita. In A. Azwar, & D. P. PLP (Ed.), *Pengantar Kesehatan Lingkungan* (pp. 4-20). Jakarta: Penerbit Mutiara.
- [4] Santoso, F. P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia Pada Balita di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR)*. Surabaya: ITS.
- [5] Departemen Kesehatan RI. (2006). Pedoman Pengendalian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut. Jakarta : Depkes RI.
- [6] Kementerian Kesehatan RI. (2014). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [7] Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- [8] Myers, R. (1990). *Classical and Modern Regression With Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- [9] Famoye, F., Wulu, J. T., & Singh, K. P. (2004). On The Generalizes Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science* 2, 287-295.
- [10] Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [11] Fotheringham, A.S., Brundson, C., dan Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression. The Analysis Of Spatially Varying Relationship*. England : John Wiley & Sons Ltd.
- [12] Hocking, R. (1996). *Methods and Applications of Linear Models*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [13] Tango, T. dan Takahashi, K. (2005) *A Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic For Detecting Clusters*. *International Journal of Health Geographics*, Volume: 4 :11.
- [14] Patil, G.P. & Taillie C. (2003). Upper Level Set Scan Statistic For Detecting Arbitrarily Shaped Hotspots. *Environmental and Ecological Statistics*, Volume : 11 : 183-197.
- [15] Haran, M., Molineros J., & Patil, G.P. (2006). *Large Scale Plant Disease Forecasting. Technical Report Number 2006-0530. Presented at the 7th Annual International Conference on Digital Government Research*.